

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2000-263124

(11)Publication number :

(43)Date of publication of application : 26.09.2000

B21B 45/08

(51)Int.Cl.

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP  
SPRAYING SYST JAPAN KK

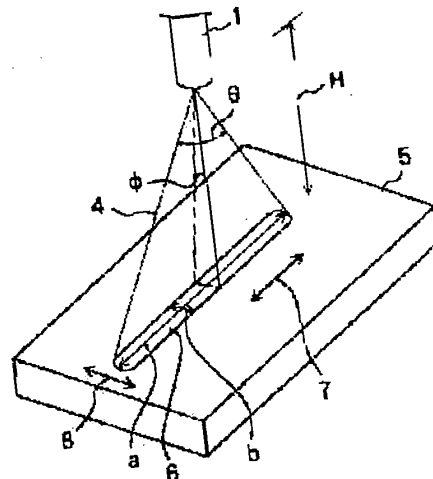
(21)Application number : 11-068526

(72)Inventor : MURAKAMI HIDEKI  
OTAKE YUICHI

(22)Date of filing : 15.03.1999

## (54) DESCALING NOZZLE AND DESCALING METHOD

(57)Abstract:  
PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the erosion capacity of a descaling nozzle, to reduce scale flaws of a high-Si steel, and to prevent the nozzle breakage caused by the rebound flow on the surface of a steel plate by providing an expansion of the discharge direction of a discharge flow in the width direction in a plane perpendicular to the axis of the nozzle, and providing a specified erosion thickness angle in the thickness direction perpendicular to the width direction.  
SOLUTION: In a descaling nozzle 1, water is discharged from a nozzle 1 at the discharge pressure of  $\geq 40$  MPa, and collided with a surface of a steel plate 5 at the distance of  $\leq 150$  mm from a discharge port 2 to the steel plate 5 to remove scales. The discharge direction of the discharge flow is preferably expanded in the width direction 7 in the plane perpendicular to the axis of the nozzle, and the erosion thickness angle  $\phi$  of  $1.5$  to  $2.5^\circ$  is preferably provided in the thickness direction 8 perpendicular to the width direction 7. The erosion thickness  $b$  mm of the jet is the thickness when the jet is ejected for 30 seconds against an Al grounded surface, and the erosion thickness angle  $\phi$  is calculated by the formula  $\phi = 2 \tan^{-1} \{(b - d_s) / 2H\}$ , where  $b$  is the erosion thickness,  $d_s$  is the minor diameter of the nozzle discharge hole, and  $H$  is the jet distance.



## LEGAL STATUS

- [Date of request for examination]
- [Date of sending the examiner's decision of rejection]
- [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

2004/02/0

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] It is a descaling nozzle for making water breathe out from a nozzle by pressure of 40 or more MPas of discharge pressures, making it collide on the surface of a steel plate in distance of 150mm or less from a discharge opening to a steel plate, and performing descaling. A discharge direction of discharge flow is a descaling nozzle characterized by having breadth in the one direction (henceforth the "cross direction") of [ within a field perpendicular to a nozzle axial center ], and having an erosion thickness angle of the range of 1.5-2.5 degrees in the direction (henceforth the "thickness direction") perpendicular to this cross direction.

[Claim 2] It is the flat spray nozzle for descaling which it is a flat spray nozzle for descaling for making water breathe out from a nozzle by pressure of 40 or more MPas of discharge pressures, making it collide on the surface of a steel plate in distance of 150mm or less from a discharge opening to a steel plate, and performing descaling, and has a path limb in the upstream of a discharge opening, and a bore of this path limb is 7 to 10 times the minor axis of a discharge opening, and is characterized by length L of this path limb being 100mm or more.

[Claim 3] A descaling method which sets distance from a discharge opening to a steel plate to 75-150mm, and is characterized by making water breathe out from a nozzle by pressure of 40 or more MPas of discharge pressures, and performing descaling on the surface of a steel plate in hot rolling of high Si steel using a descaling nozzle according to claim 1 or 2.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the descaling nozzle and the descaling method at the time of hot-rolling steel especially with many Si contents about the removal method of the scale using the descaling nozzle and this descaling nozzle for removing the scale on the surface of rolled stock at the time of hot-rolling steel.

[0002]

[Description of the Prior Art] On the occasion of hot rolling of steel, slab is inserted in a heating furnace in advance of rolling, and it heats to a 1100-1400-degree C elevated temperature. Since the inside of a heating furnace is an oxidizing atmosphere, during heating, the surface of slab oxidizes and a scale generates it. A scale makes an iron oxide a subject and the thickness of the scale on the surface of slab in the time of being extracted from a heating furnace amounts to 1-2mm. If it rolls out while this scale had adhered to the slab surface, a scale remains as interlocking and a scale crack on the surface of rolled stock. In order to prevent generating of this scale crack, the method of injecting water by the pressure of 100-150kg/cm<sup>2</sup> on the steel plate surface before rolling from the former, and removing a scale is learned.

[0003] However, the ease of carrying out of exfoliation of a scale changes also with components of steel, and it is known that the scale generated to steel especially with many Si contents cannot exfoliate very easily. This reason is that the characteristic structure in which the fire light (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) generated on the occasion of scaling, and the interface of a scale and steel became intricate intricately is formed. In hot-rolling the steel which the scale of such structure generates, by the above-mentioned descaling method, a scale cannot fully be removed, but a scale crack remains on the product surface after rolling, and it becomes the cause of a product defect.

[0004] In order to solve the above-mentioned problem of high Si steel, the method of injecting the high-pressure water of 30 or more MPas of discharge pressures, and removing a scale is proposed. The clarification method on the surface of a steel plate which the drop generated in the drop style field among the liquid flow made to breathe out from a nozzle by 300-1000kg/cm<sup>2</sup> [ of discharge pressures ] (306-1020MPa) and discharge-pressure x discharge quantity (kg/cm<sup>2</sup>x liter / cm<sup>2</sup>) >=0.8x (wt%Si) is made to collide with the steel plate surface, and is made into clarification is indicated by JP,8-24937,A. The water which installed the breadth cross direction of discharge flow crosswise [ of hot-rolling material ], and injected it using the flat spray nozzle for the nozzle is opened crosswise [ of hot-rolling material ].

[0005] In the way inject high-pressure water and an erosion operation of a jet removes a scale, a peak arises in the amount of erosion with the distance (injection distance) on a nozzle and the surface of a steel plate. In the optimal injection distance, a jet separates into a drop, when each drop collides with the steel plate surface, an impulse wave is generated by sudden compression of a drop, and erosion of the collided material is carried out by the water hammering by this impulse wave. When the amount of erosion decreases on the other hand since the jet will not fully have separated into a drop, if injection distance is too shorter than this optimal injection distance, and injection distance is too longer than this optimal injection distance, a drop will dissociate still more minutely, and will atomize and reduction of the amount of erosion will be caused. In said JP,8-24937,A, the maximum and minimum of distance on a nozzle and the surface of a steel plate are specified as a function of a discharge pressure and whenever [ angle-of-divergence / of a nozzle ].

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the descaling method using the above high-pressure water, descaling capacity can improve as compared with the descaling method by conventional low voltage water, and a scale crack can be reduced now also in high Si steel. However, in order to fully remove the scale of high Si steel,

still, the conventional descaling nozzle was not enough. Moreover, since the amount of erosion will decrease if the distance on a nozzle and the surface of a steel plate is extended, this distance must be shortened. Therefore, when the problem that a nozzle is damaged by the rebound-phenomenon style of the jet on the surface of a steel plate, or the steel plate was wavy, there was a problem that the steel plate contacted a nozzle and damaged a nozzle.

[0007] When the nozzle failure by the rebound-phenomenon style on the surface of a steel plate is prevented and the steel plate is wavy, this invention aims at offering the descaling nozzle and the descaling method of preventing the nozzle failure by contact of the steel plate, while it improves the erosion capacity of a descaling nozzle and aims at much more reduction of the scale crack of high Si steel.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Namely, the 1st feature of this invention makes water breathe out from a nozzle 1 by pressure of 40 or more MPas of discharge pressures. It is a descaling nozzle for making it collide on the surface of a steel plate in distance of 150mm or less from a discharge opening 2 to a steel plate 5, and performing descaling. A discharge direction of discharge flow is in a descaling nozzle characterized by having breadth in the one direction (henceforth "the cross direction 7") of [ within a field perpendicular to a nozzle axial center ], and having the erosion thickness angle phi of the range of 1.5-2.5 degrees in the direction (henceforth "the thickness direction 8") perpendicular to this cross direction.

[0009] In this invention, erosion thickness [ of a jet ] b (mm) is thickness [ of a part by which erosion was carried out to a polished surface of aluminum JIS-5050 by performing injection for 30 seconds ] b ( drawing 5 ). Moreover, erosion thickness angle phi (degree) is computed by the following formulas from erosion thickness b (mm), the nozzle discharge opening minor axis ds, and the injection distance H (nozzle-steel plate distance).  

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - ds) / 2H \}$$

A condition which injects discharge flow 4 to a steel plate 5 using a flat spray nozzle is shown in drawing 5 . In descaling using high-pressure water, while discharge flow 4 serves as a drop of optimal diameter in the suitable injection distance H from a nozzle 1, each drop generates an impulse wave by sudden compression of a drop at the time of a steel plate collision, and needs to carry out erosion of the collided material by water hammering by this impulse wave. However, since a drop of the backside will collide while a drop by the side of before exists in the steel plate surface if it approaches before and behind on the same elementary stream of discharge flow 4 and a drop exists, a drop of the backside cannot generate an impulse wave by sudden compression, and cannot demonstrate an effective erosion operation. In descaling by the conventional flat spray nozzle, in the injection distance H from which a diameter of a drop becomes the optimal, a rate of liquid-phase-izing of a jet field did not fully fall, but this invention persons showed clearly that an erosion operation with drop's existence density effective [ past / the high one / and all drops ] is not demonstrated.

[0010] If theta is enlarged whenever [ angle-of-divergence / of the cross direction of a flat spray nozzle ], in the same injection distance H, a rate of liquid-phase-izing of a jet field can be fallen. However, if theta is [ whenever / angle-of-divergence ] too large, in a field of a crosswise outside, a steel plate surface perpendicular component of the regurgitation rate of flow will decrease, and evil of a fall of the amount of erosion in this crosswise outside field will occur.

[0011] In this invention, a rate of liquid-phase-izing of a jet field fully falls in the injection distance H from which a diameter of a drop becomes the optimal by increasing the erosion thickness angle phi of the thickness direction 8 of discharge flow. Consequently, a drop which approaches and exists before and behind on the same elementary stream of discharge flow 4 can be reduced, and all drops can demonstrate an effective erosion operation. While being able to increase by this a value of the amount peak of erosion in the injection distance H from which the amount of erosion becomes max, the range of injection distance which can obtain the required amount of erosion was able to be increased. Consequently, when it became possible to extend distance between a nozzle 1 and a steel plate 5 and failure and a steel plate of a nozzle by rebound-phenomenon style of a jet from a steel plate were wavy, securing the required amount of erosion, failure of a nozzle by contact of the steel plate could be prevented.

[0012] amount of water of a collision jet [ in / in order to destroy a scale in descaling of a steel plate generally used conventionally / the steel plate surface ] -- when it was more advantageous to raise density and a flat spray nozzle was used for that purpose, it was thought that descaling with the thinner good one could do the erosion thickness angle phi of a jet. This invention has the feature in a place which is the high pressure of 40 or more MPas of discharge pressures, and found out that descaling with better thickening the erosion thickness angle phi of a jet was made to reverse in descaling in case nozzle steel plate distance is 150mm or less.

[0013] The 2nd feature of this invention makes water breathe out from a nozzle 1 by pressure of 40 or more

MPas of discharge pressures. It is a flat spray nozzle for descaling for making it collide on the surface of a steel plate in distance of 150mm or less from a discharge opening 2 to a steel plate 5, and performing descaling. It has the path limb 3 in the upstream of a discharge opening 2, and the bore D of this path limb 3 is 7 to 10 times the minor axis  $d_s$  of a discharge opening 2, and length L of this path limb is in a flat spray nozzle for descaling characterized by being 100mm or more.

[0014] In the conventional flat spray nozzle, a configuration of a discharge opening 2 was made elliptical [ of a major axis / minor-axis ratio / large ], and a nozzle which has arranged a rectifier to the upstream of a discharge opening was used. A thing using a stabilizer as a rectifier or a thing of only having a limb whose bore is about 8–14mm simply is known. By using such a spray nozzle, crosswise [ of a jet / 7 ], it had  $\theta$  whenever [ 10 degrees – 50 degrees angle-of-divergence ], and discharge flow 4 with a thickness angle [  $\phi$  ] of less than 1.5 degrees was realized in the thickness direction 8 of a jet. Also in a high-pressure descaling nozzle of 40 or more MPas of discharge pressures, it was the same.

[0015] A nozzle of this invention is shown in drawing 4 .

[0016] In this invention, the path limb 3 was formed in the upstream of a discharge opening 2, the bore D of the path limb 3 was 7 to 10 times the minor axis  $d_s$  of a discharge opening, and length L of the path limb 3 was able to increase the range of injection distance which can obtain the required amount of erosion while being able to increase the amount of erosion in the injection distance H from which the amount of erosion becomes max by being referred to as 100mm or more. In the descaling nozzle 1 which formed the path limb 3 in the upstream of the discharge opening 2 of this invention In injection distance from which thickness of the thickness direction 8 of discharge flow 4 is thick as compared with the conventional flat spray nozzle, and it becomes the optimal [ a diameter of a drop ] accumulating A rate of liquid-phase-izing of a jet field fully falls, and can presume what came to demonstrate an erosion operation with almost all effective drops for the same reason as invention of a configuration of the above 1st. Erosion thickness b of discharge flow is increasing in a location of arbitration of the cross direction 7 of the discharge flow 4 which has breadth crosswise [ 7 ], and the improvement effect of an erosion operation of this invention can be enjoyed also in which crosswise location of discharge flow.

[0017] The 3rd feature of this invention is in a descaling method characterized by making water breathe out from a nozzle by pressure of 40 or more MPas of discharge pressures using a descaling nozzle of the above 1st or the 2nd invention, using distance (injection distance H) from a discharge opening to a steel plate as 75–150mm, and performing descaling on the surface of a steel plate in hot rolling of high Si steel.

[0018] It is the operation of a descaling nozzle of the above 1st or the 2nd invention. Engine performance of a descaling nozzle of this invention is demonstrated using 40 or more MPas and injection distance H as 150mm or less for a discharge pressure. Furthermore, by setting injection distance H to 75mm or more, when it can prevent that a jet reflected on the steel plate surface collides with a nozzle 1, and damages a nozzle and a steel plate is wavy, the steel plate 5 can prevent contacting a nozzle 1 and damaging a nozzle.

[0019]

[Embodiment of the Invention] As a discharge opening 2 of a spray nozzle 1, a major axis / minor-axis ratio can use the elliptical discharge opening 2 of 1.4–1.8 like the conventional flat spray nozzle. Whenever [ angle-of-divergence / of the cross direction of a jet ] can be adjusted by choosing a major axis / minor-axis ratio. The range of 20–40 degrees is [ whenever / angle-of-divergence ] suitable for  $\theta$ . At less than 20 degrees, if the covering range for descaling is small, is unsuitable as a contiguity nozzle and exceeds 40 degrees, the steel plate surface perpendicular component of the collision rate of flow becomes small at the crosswise both ends of a jet, and sufficient descaling capacity cannot be demonstrated. The cross section of a discharge opening 2 can be chosen so that the required amount of discharge flow can be secured. Usually, the cross section of a discharge opening 2 is chosen from the range of 2 18–70mm.

[0020] As for the discharge pressure of spray water, it is desirable to consider as the range of 40–100MPa. It is because it is difficult to obtain impact destructive power sufficient in less than 40 MPas for descaling of the steel materials containing 1% or more of Si, and is because it will become difficult for destructive power to be too large and to acquire homogeneity if 100MPa is exceeded.

[0021] The gestalt of operation of this invention is explained based on the result of having evaluated the amount of erosion of an aluminum board using the spray nozzle 1 of this invention.

[0022] The thing with 6–25mm [ of diameters of path expansion circles ] and a path limb length of 150mm was used for the discharge opening 2 as a path limb 3 of the upstream of a discharge opening 2 using the discharge opening 2 of an ellipse form with 2.6mm [ of minor axes ], and a major axis of 3.8mm. The discharge pressure set to 45MPa(s) and  $\theta$  of the amount of discharge flow was 30 degrees whenever [ angle-of-divergence / of a 110l. a part for /and a jet ]. Using this spray nozzle, various bores of the path limb 3 and distance between a

discharge opening 2 and an aluminum board (injection distance H) were changed, and erosion thickness b of a jet was measured. Carrying out injection to the polished surface of aluminum JIS-5050 for 30 seconds, and measuring the thickness of the part by which erosion was carried out estimated erosion thickness [ of a jet ] b (mm). Moreover, erosion thickness angle phi (degree) is computable by the following formulas from erosion thickness b (mm), the nozzle discharge opening minor axis ds, and the injection distance H.

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - d_s) / 2H \}$$

The relation between the erosion thickness angle phi of the thickness direction 8 of discharge flow and the amount of erosion is shown in drawing 1. Erosion thickness angle the order of 1 degree is the conventional example (about 14mm of diameters of path expansion circles). By making the erosion thickness angle phi into 1.5–2.5 degrees shows that the amount of erosion increases. When the erosion thickness angle phi was extended to about 3 degrees, the erosion depth decreased, and the orientation for the amount of erosion to fall to reverse was seen.

[0023] The relation between the diameter of path expansion circles / discharge opening minor-axis ratio of a nozzle 1 (D/ds), and the amount of erosion is shown in drawing 2 and 3. The amount of erosion is improved [ 7 to 10 times of this invention range ], and the diameter of path expansion circles / discharge opening minor-axis ratio shows a high value as compared with the conventional example (the diameter of path expansion circles / discharge opening minor-axis ratio is 5.4).

[0024] As for length L of the path limb 3, it is desirable to be referred to as 100–300mm. The effect is for not increasing, even if the effect of a path limb is not demonstrated enough, but less than 100mm of the breadth of the nozzle thickness direction is insufficient and it prepares for a long time exceeding 300mm.

[0025] When performing descaling of a steel plate using the descaling nozzle 1 of this invention, distance (injection distance H) of a discharge opening 2 and the steel plate 5 surface is set to 150mm or less. In descaling using the impulse force of the drop in high-pressure water injection, it is because a drop will minor-diameter-ize and required impulse force will not be acquired, if the injection distance H exceeds 150mm. On the other hand, since an effective drop will not be formed and impulse force will not be acquired if the injection distance H is too short, 75mm or more is required for the injection distance H also at the shortest. Preferably, injection distance H is set to 100mm or more. If injection distance H is lengthened, when it can prevent that the jet reflected on the steel plate surface collides with a nozzle, and damages a nozzle and the steel plate is wavy, the steel plate can prevent contacting a nozzle and damaging a nozzle. And in the descaling nozzle 1 of this invention, since the range of the injection distance H which can secure impulse force is wide so that clearly from the result of the above-mentioned amount of aluminum board erosion, descaling capacity can fully be held for jet distance also as 100mm or more.

[0026] There is especially no limit in the steel-materials skin temperature at the time of performing descaling of this invention, and, generally descaling is performed at 950 degrees C – 1100 degrees C.

[0027] In this invention, as for high Si steel, Si content in steel says 0.5% of the weight or more of a thing. At less than 0.5 % of the weight, it is because it is not different from the common steel with which the removal condition of the scale in hot rolling does not contain Si.

[0028]

[Example] Descaling of a steel plate was carried out using the descaling nozzle of this invention about hot rolling of the high Si steel of 1 – 2% of Si contents. The slab size used for rolling is [ 600–1500mm and thickness of width of face ] about 240mm before and after a length of 8500mm. Carrying out descaling of this invention before finish rolling, the steel plate thickness at that time is about 40mm.

[0029]

[A table 1]

	No.	鋼板		吐出	吐出	噴射	がり	厚み	D/ds	移動	スケール
		Si 含有量 %	表面 温度 ℃	P MPa	流量 Q l/min /本	H mm	度 $\theta$ °	角度 $\phi$ °	—	速度 W m/min	残存率 %
本 発 明 例	1	1	1170	40	104	150	30	1.7	7	51	○(<5)
	2	1	1151	45	111	150	30	1.8	7	60	○(<5)
	3	1	1165	50	117	100	30	1.7	7	110	○(<5)
	4	0.9	1167	40	92	100	25	1.9	8	85	○(<5)
	5	1.2	1150	50	102	150	25	2	8	60	○(<5)
	6	1.2	1170	45	135	75	30	1.9	7.6	120	○(<5)
	7	1.2	1148	50	150	150	30	2.1	7.6	85	○(<5)
	8	0.7	1168	40	46	150	30	2.4	9.4	40	○(<5)
	9	0.9	1152	50	58	125	30	2.4	9.4	50	○(<5)
比 較 例	10	1	1170	40	104	150	30	1.1	5.4	52	40
	11	1	1150	50	117	100	30	0.73	3.9	105	20
	12	1.2	1166	45	135	100	30	0.91	4.8	120	25
	13	1.2	1155	50	150	150	30	1.3	4.8	100	15
	14	0.9	1158	45	55	150	30	0.9	11.5	50	35
	15	0.9	1169	50	58	150	30	1.1	11.5	50	70

[0030] The item of manufacture conditions and the used descaling nozzle 1 and a processing result are shown in a table 1. No.1-9 of a table 1 are an example of this invention. By using the descaling nozzle in this invention within the limits service condition, each scale survival rate was able to obtain 5% or less and a good result.

[0031] No.10-15 are an example of a comparison. No.10-13 -- the bore D of a path limb -- less than 7 times of the minor axis ds of a discharge opening -- it is -- No. -- as for 14 and 15, the bore D of a path limb was over 10 times of the minor axis ds of a discharge opening, therefore neither was able to become less than 1.5 degrees and the erosion thickness angle phi has not improved a scale survival rate for it.

[0032]

[Effect of the Invention] In the descaling nozzle for making water breathe out from a nozzle by the pressure of 40 or more MPas of discharge pressures, making it collide on the surface of a steel plate in the distance of 150mm or less from a discharge opening to a steel plate, and performing descaling Having the thickness angle phi of the range of 1.5-2.5 degrees, or when it has a path limb in the upstream of a discharge opening, and the bore of this path limb is 7 to 10 times the minor axis of a discharge opening and length L of this path limb sets to 100mm or more The injection range which improves the descaling capacity of a descaling nozzle and has required descaling capacity was expandable. Thereby, while aiming at the improvement of the scale crack in hot rolling of high Si steel, the life of a descaling nozzle was extensible by making distance on a nozzle and the surface of a steel plate larger than before.

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the erosion thickness angle of a descaling nozzle, and the relation of the amount of erosion.

[Drawing 2] It is drawing showing the relation of the injection distance of a descaling nozzle, and the path limb size  $D/ds$  and the amount of erosion.

[Drawing 3] It is drawing showing the relation between path limb size  $D/ds$  of a descaling nozzle, and the amount of erosion.

[Drawing 4] It is drawing showing the descaling nozzle of this invention, and (a) is front view and (b) is a cross section.

[Drawing 5] It is the perspective diagram showing the condition which has injected water in a steel plate from a descaling nozzle.

## [Description of Notations]

- 1 Nozzle
- 2 Discharge Opening
- 3 Path Limb
- 4 Discharge Flow
- 5 Steel Plate
- 6 Discharge Flow Collision Section
- 7 Cross Direction
- 8 The Thickness Direction
- H Injection distance
- L Path limb length
- D The diameter of path expansion circles
- ds Discharge opening minor axis
- Jet width of face
- b Erosion thickness
- theta Whenever [ angle-of-divergence ]
- phi Erosion thickness angle

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-263124

(P2000-263124A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 2 1 B 45/08

識別記号

F I

B 2 1 B 45/08

テーマコード(参考)

F

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-68526

(22) 出願日 平成11年3月15日 (1999.3.15)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71) 出願人 000107767

スプレーイングシステムスジャパン株式会社

東京都品川区東五反田5丁目10番18号

(72) 発明者 村上 英樹

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行 (外2名)

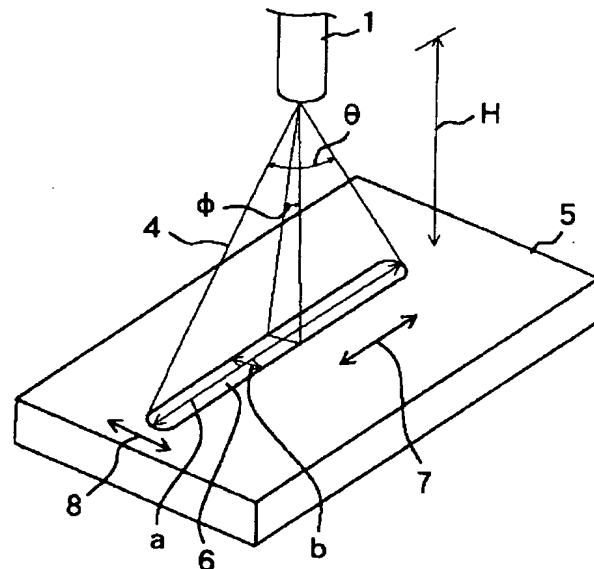
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デスケーリングノズル及びデスケーリング方法

(57) 【要約】

【課題】 高Si鋼のスケール疵の低減を図るとともに、ノズル破損を防止することのできるデスケーリングノズル及びデスケーリング方法を提供する。

【解決手段】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリングノズルであって、吐出流4の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向7」という）に広がりをも有し、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向8」という）に1.5°～2.5°の範囲の喰込み角度φを有することを特徴とするデスケーリングノズル。同じく吐出孔2の上流側に径拡大部3を有し、該径拡大部3の内径Dが吐出孔2の短径dsの7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上であることを特徴とするデスケーリング用フラットスプレーノズル。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリングノズルであって、吐出流の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向」という）に広がりをもつ、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向」という）に1.5°～2.5°の範囲の喰食厚み角度を有することを特徴とするデスケーリングノズル。

【請求項2】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリング用フラットスプレーノズルであって、吐出孔の上流側に径拡大部を有し、該径拡大部の内径が吐出孔の短径の7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上であることを特徴とするデスケーリング用フラットスプレーノズル。

【請求項3】 高Si鋼の熱間圧延において、請求項1又は2に記載のデスケーリングノズルを用い、吐出孔から鋼板までの距離を75～150mmとして、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させて鋼板表面のデスケーリングを行うことを特徴とするデスケーリング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、鋼を熱間圧延する際の圧延材表面のスケールを除去するためのデスケーリングノズル及び該デスケーリングノズルを用いたスケールの除去方法に関するものであり、特にSi含有量が多い鋼を熱間圧延する際のデスケーリングノズル及びスケール除去方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】鋼の熱間圧延に際しては、圧延に先立って鋼片を加熱炉に装入して1100～1400℃の高温に加熱する。加熱炉内は酸化雰囲気なので、加熱中に鋼片の表面は酸化され、スケールが生成する。スケールは酸化鉄を主体とし、加熱炉から抽出された時点での鋼片表面のスケールの厚さは1～2mmに達する。このスケールが鋼片表面に付着したままで圧延を行うと、圧延材の表面にスケールが食い込み、スケール疵として残存する。このスケール疵の発生を防止するため、従来から圧延前の鋼板表面に100～150kg/cm<sup>2</sup>の圧力で水を噴射してスケールを除去する方法が知られている。

【0003】しかし、スケールの剥離のしやすさは鋼の成分によっても異なり、特にSi含有量が多い鋼に生成するスケールは、非常に剥離しにくいことが知られている。この理由は、スケール生成の際にファイアライト(Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>)が生成し、スケールと鋼との界面が複雑に入り組んだ特有の構造が形成されるからである。こ

のような構造のスケールが生成する鋼を熱間圧延する場合には、上記のスケール除去方法ではスケールを十分に除去することができず、圧延後の製品表面にスケール疵が残存し、製品欠陥の原因となる。

【0004】高Si鋼の上記問題を解決するため、吐出圧力30MPa以上の高圧水を噴射してスケールを除去する方法が提案されている。特開平8-24937号公報では、吐出圧力300～1000kg/cm<sup>2</sup>(306～1020MPa)、吐出圧力×吐出量(kg/cm<sup>2</sup>×リットル/cm<sup>2</sup>)≥0.8×(wt%Si)でノズルから吐出させた液体の流れのうち液滴流領域で生成した液滴を鋼板表面に衝突させて清浄にする鋼板表面の清浄方法が記載されている。ノズルにはフラットスプレーノズルを用い、吐出流の広がり幅方向を熱延材の幅方向に設置し、噴射した水を熱延材の幅方向に広げている。

【0005】高圧水を噴射して噴流の喰食作用によってスケールを除去する方法においては、ノズルと鋼板表面との距離(噴射距離)によって喰食量にピークが生じる。最適な噴射距離においては、噴流が液滴に分離し、各液滴が鋼板表面に衝突したときに液滴の急圧縮により衝撃波を発生し、この衝撃波による水撃作用によって被衝材を喰食する。一方、噴射距離が該最適噴射距離より短すぎると、噴流が十分に液滴に分離していないので喰食量が低減し、また噴射距離が該最適噴射距離より長すぎると、液滴がさらに微細に分離して噴霧化し、喰食量の低減を招くこととなる。前記特開平8-24937号公報においては、ノズルと鋼板表面との距離の上限及び下限を吐出圧力とノズルの広がり角度との関数として規定している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上のような高圧水を用いるスケール除去方法により、従来の低圧水によるスケール除去方法に比較するとスケール除去能力が向上し、高Si鋼においてもスケール疵を低減することができるようになった。しかし、高Si鋼のスケールを十分に除去するためには従来のデスケーリングノズルではまだ十分ではなかった。また、ノズルと鋼板表面との距離を広げると喰食量が低減するため、該距離を短くせざるを得ない。そのため、鋼板表面での噴流の跳ね返り流によってノズルが破損するという問題、あるいは鋼板が波打っている場合にその鋼板がノズルに接触してノズルを破損するという問題があった。

【0007】本発明は、デスケーリングノズルの喰食能力を向上して高Si鋼のスケール疵の一層の低減を図るとともに、鋼板表面での跳ね返り流によるノズル破損を防止し、また鋼板が波打っている場合にその鋼板の接触によるノズル破損を防止することのできるデスケーリングノズル及びデスケーリング方法を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明の第1の特徴は、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスクレーンノズルであって、吐出流の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向7」という）に広がり有し、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向8」という）に1.5°～2.5°の範囲の壊食厚み角度φを有することを特徴とするデスクレーンノズルにある。

【0009】本発明において、噴流の壊食厚みb（mm）は、アルミニウムJIS-5050の研磨面に30秒間噴射を行い、壊食された部位の厚みbである（図5）。また、壊食厚み角度φ（°）は、壊食厚みb（mm）とノズル吐出孔短径ds、噴射距離H（ノズル-鋼板距離）とから以下の式で算出する。

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - ds) / 2H \}$$

フラットスプレーノズルを用いて鋼板5に吐出流4を噴射する状況を図5に示す。高圧水を用いたスケール除去においては、ノズル1からの適切な噴射距離Hにおいて吐出流4が最適な直径の液滴となるとともに、ひとつひとつの液滴が鋼板衝突時に液滴の急圧縮により衝撃波を発生し、この衝撃波による水撃作用で被衝突材を壊食する必要がある。ところが、吐出流4の同一流線上の前後に近接して液滴が存在すると、前側の液滴が鋼板表面に存在するうちに後側の液滴が衝突するため、後側の液滴は急圧縮による衝撃波を発生することができず、有効な壊食作用を発揮することができない。従来のフラットスプレーノズルによるスケール除去においては、液滴径が最適となる噴射距離Hにおいて、噴流領域の液相化率が十分に低下しておらず、液滴の存在密度が高すぎ、すべての液滴が有効な壊食作用を発揮していないことを本発明者らは明らかにした。

【0010】フラットスプレーノズルの幅方向の広がり角度θを大きくすれば、同一噴射距離Hにおいて噴流領域の液相化率を低下することはできる。しかし、広がり角度θが大きすぎると、幅方向外側の領域においては吐出流速の鋼板表面垂線成分が減少し、該幅方向外側領域での壊食量の低下という弊害が発生する。

【0011】本発明においては、吐出流の厚み方向8の壊食厚み角度φを増大することにより、液滴径が最適となる噴射距離Hにおいて、噴流領域の液相化率が十分に低下する。その結果、吐出流4の同一流線上の前後に近接して存在する液滴を低減することができ、すべての液滴が有効な壊食作用を発揮することができる。これにより、壊食量が最大になる噴射距離Hにおける壊食量ピークの値を増大することができるとともに、必要な壊食量を得ることができる噴射距離の範囲を増大することができた。その結果、必要な壊食量を確保しつつノズル1と鋼板5との間の距離を広げることが可能になり、鋼板か

らの噴流の跳ね返り流によるノズルの破損及び鋼板が波打っている場合にその鋼板の接触によるノズルの破損を防止することができるようになった。

【0012】従来一般に用いられていた鋼板のデスクレーンリングにおいては、スケールを破壊するためには鋼板表面における衝突噴流の水量密度を高める方が有利であり、そのためにはフラットスプレーノズルを使用する場合は噴流の壊食厚み角度φは薄い方が良好なスケール除去ができると考えられていた。本発明は、吐出圧力40MPa以上の高圧で、かつノズル鋼板距離が150mm以下の場合のデスクレーンリングにおいては、逆に噴流の壊食厚み角度φを厚くした方が良好なスケール除去ができることを見出したところにその特徴がある。

【0013】本発明の第2の特徴は、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスクレーン用フラットスプレーノズルであって、吐出孔2の上流側に径拡大部3を有し、該径拡大部3の内径Dが吐出孔2の短径dsの7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上であることを特徴とするデスクレーン用フラットスプレーノズルにある。

【0014】従来のフラットスプレーノズルにおいては、吐出孔2の形状を長径/短径比の大きい楕円形状とし、吐出孔の上流側に整流器を配置したノズルが用いられていた。整流器としては、スタビライザーを用いたもの、あるいは単純に内径が8～14mm程度の拡大部を有するのみのものなどが知られている。このようなスプレーノズルを用いることにより、噴流の幅方向7には10°～50°の広がり角度θを有し、噴流の厚み方向8には1.5°未満の厚み角度φの吐出流4が実現していた。吐出圧力40MPa以上の高圧デスクレーンノズルにおいても同様であった。

【0015】本発明のノズルを図4に示す。

【0016】本発明においては、吐出孔2の上流側に径拡大部3を設け、径拡大部3の内径Dが吐出孔の短径dsの7～10倍であり、径拡大部3の長さLは100mm以上とすることにより、壊食量が最大になる噴射距離Hにおける壊食量を増大することができるとともに、必要な壊食量を得ることができる噴射距離の範囲を増大することができた。本発明の吐出孔2の上流側に径拡大部3を設けたデスクレーンノズル1においては、吐出流4の厚み方向8の厚みが従来のフラットスプレーノズルに比較して厚くなっており、それがために液滴径が最適となる噴射距離において、噴流領域の液相化率が十分に低下し、上記第1の構成の発明と同様の理由によってほとんどの液滴が有効な壊食作用を発揮するようになったものと推定できる。幅方向7に広がり有する吐出流4の幅方向7の任意の位置において吐出流の壊食厚みbが増大しており、本発明の壊食作用の向上効果は吐出流の

いずれの幅方向位置においても享受することができる。

【0017】本発明の第3の特徴は、高Si鋼の熱間圧延において、上記第1又は第2の発明のデスケーリングノズルを用い、吐出孔から鋼板までの距離（噴射距離H）を75～150mmとして、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させて鋼板表面のデスケーリングを行うことを特徴とするデスケーリング方法にある。

【0018】上記第1又は第2の発明のデスケーリングノズルの使用方法である。吐出圧力を40MPa以上、噴射距離Hを150mm以下として本発明のデスケーリングノズルの性能を発揮する。更に、噴射距離Hを75mm以上とすることにより、鋼板表面で反射した噴流がノズル1に衝突してノズルを破損することを防止でき、また鋼板が波打っている場合にその鋼板5がノズル1に接触してノズルを破損することを防止できる。

【0019】

【発明の実施の形態】スプレーノズル1の吐出孔2としては、従来のフラットスプレーノズルと同様、長径／短径比が1.4～1.8の楕円形状の吐出孔2を用いることができる。長径／短径比を選択することによって噴流の幅方向の広がり角度を調整することができる。広がり角度 $\theta$ は、20～40°の範囲が好適である。20°未満ではスケール除去のためのカバー範囲が小さく、近接ノズルとしては不適であり、40°を超えると噴流の幅方向両端で衝突流速の鋼板表面垂線成分が小さくなり、十分なスケール除去能力を発揮できない。吐出孔2の断面積は、必要な吐出流量を確保できるように選択することができる。通常は吐出孔2の断面積は18～70mm<sup>2</sup>の範囲から選択する。

【0020】スプレー水の吐出圧力は40～100MPaの範囲とすることが好ましい。40MPa未満では、1%以上のSiを含有する鋼材のスケール除去に十分な衝撃破壊力を得ることが難しいためであり、100MPaを超えると破壊力が大きすぎて均一性を得ることが難しくなるからである。

【0021】本発明のスプレーノズル1を用いてアルミ板の壊食量を評価した結果をもとに、本発明の実施の形態を説明する。

【0022】吐出孔2には、短径2.6mm、長径3.8mmの楕円形の吐出孔2を用い、吐出孔2の上流側の径拡大部3として径拡大部内径6～25mm、径拡大部長さ150mmのものを用いた。吐出圧力は45MPaとし、吐出流量は110リットル／分、噴流の広がり角度 $\theta$ は30°であった。このスプレーノズルを用い、径拡大部3の内径及び吐出孔2とアルミ板との間の距離（噴射距離H）を種々変更して噴流の壊食厚みbを測定した。噴流の壊食厚みb（mm）は、アルミニウムJIS-S5050の研磨面に30秒間噴射を行い、壊食された部位の厚みを測定することで評価した。また、壊食厚

み角度 $\phi$ （°）は、壊食厚みb（mm）とノズル吐出孔短径ds、噴射距離Hとから以下の式で算出することができる。

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - ds) / 2H \}$$

図1に吐出流の厚み方向8の壊食厚み角度 $\phi$ と壊食量との関係を示す。壊食厚み角度1°前後が従来例（径拡大部内径14mm程度）である。壊食厚み角度 $\phi$ を1.5～2.5°とすることにより壊食量が増大することがわかる。壊食厚み角度 $\phi$ を3°程度まで上げると壊食深さが減少し、壊食量は逆に低下する傾向が見られた。

【0023】図2、3にノズル1の径拡大部内径／吐出孔短径比（D／ds）と壊食量との関係を示す。径拡大部内径／吐出孔短径比が本発明範囲の7～10倍において壊食量が改善され、従来例（径拡大部内径／吐出孔短径比が5.4）に比較して高い値を示す。

【0024】径拡大部3の長さLは100～300mmとすることが好ましい。100mm未満では、径拡大部の効果が十分発揮されず、ノズル厚み方向の広がり角が不十分であり、300mmを超えて長く設けてもその効果は増大されないためである。

【0025】本発明のデスケーリングノズル1を用いて鋼板のデスケーリングを行う場合、吐出孔2と鋼板5表面との距離（噴射距離H）は150mm以下とする。高圧水噴射における液滴の衝撃力を利用するデスケーリングにおいて、噴射距離Hが150mmを超えると液滴が小径化してしまい、必要な衝撃力が得られないからである。一方、噴射距離Hが過度に短いと有効な液滴が形成されず、衝撃力が得られないので、噴射距離Hは最短でも75mm以上が必要である。好ましくは、噴射距離Hは100mm以上とする。噴射距離Hを長くすると、鋼板表面で反射した噴流がノズルに衝突してノズルを破損することを防止でき、また鋼板が波打っている場合にその鋼板がノズルに接触してノズルを破損することを防止できる。そして、本発明のデスケーリングノズル1においては、上記アルミ板壊食量の結果から明らかなように衝撃力を確保できる噴射距離Hの範囲が広いので、噴流距離を100mm以上としても十分にデスケーリング能力を保持することができる。

【0026】本発明のスケール除去を行う際の鋼材表面温度には特に制限はなく、一般的には、950℃～1100℃でスケール除去が行われている。

【0027】本発明において、高Si鋼とは鋼中のSi含有量が0.5重量%以上のものをいう。0.5重量%未満では、熱間圧延におけるスケールの除去状況がSiを含有しない一般の鋼とかわらないからである。

【0028】

【実施例】本発明のデスケーリングノズルを用いて、Si含有量1～2%の高Si鋼の熱間圧延について、鋼板のデスケーリングを実施した。圧延に用いた鋼片サイズは、長さ8500mm前後、幅は600～1500mm

m、厚みは約240mmである。本発明のスケール除去 \*【0029】  
は仕上圧延前に実施し、そのときの鋼板厚みは約40m 【表1】  
mである。 \*

	No.	鋼板		吐出 圧力 P	吐出 流量 Q	噴射 距離 H	広がり 角度 $\theta$	厚み 角度 $\phi$	D/ds	移動 速度 W	スケール 残存率
		Si 含有量 %	表面 温度 ℃	MPa	l/min /本	mm	°	°	—	m/min	%
本 発 明 例	1	1	1170	40	104	150	30	1.7	7	51	○(<5)
	2	1	1151	45	111	150	30	1.8	7	60	○(<5)
	3	1	1165	50	117	100	30	1.7	7	110	○(<5)
	4	0.9	1167	40	92	100	25	1.9	8	85	○(<5)
	5	1.2	1150	50	102	150	25	2	8	60	○(<5)
	6	1.2	1170	45	135	75	30	1.9	7.6	120	○(<5)
	7	1.2	1148	50	150	150	30	2.1	7.6	85	○(<5)
	8	0.7	1168	40	46	150	30	2.4	9.4	40	○(<5)
	9	0.9	1152	50	58	125	30	2.4	9.4	50	○(<5)
比 較 例	10	1	1170	40	104	150	30	1.1	5.4	52	40
	11	1	1150	50	117	100	30	0.73	3.9	105	20
	12	1.2	1166	45	135	100	30	0.91	4.8	120	25
	13	1.2	1155	50	150	150	30	1.3	4.8	100	15
	14	0.9	1158	45	55	150	30	0.9	11.5	50	35
	15	0.9	1169	50	58	150	30	1.1	11.5	50	70

【0030】製造条件、使用したデスクーリングノズル1の諸元、及び処理結果を表1に示す。表1のNo. 1～9が本発明例である。本発明範囲内使用条件でのデスクーリングノズルを使用することにより、スケール残存率はいずれも5%以下と良好な結果を得ることができた。

【0031】No. 10～15が比較例である。No. 10～13は径拡大部の内径Dが吐出孔の短径dsの7倍未満であり、No. 14、15は径拡大部の内径Dが吐出孔の短径dsの10倍を超えており、そのためいずれも壊食厚み角度 $\phi$ が1.5°未満となり、スケール残存率を改善することができなかった。

【0032】

【発明の効果】吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスクーリングノズルにおいて、1.5°～2.5°の範囲の厚み角度 $\phi$ を有することにより、あるいは吐出孔の上流側に径拡大部を有し、該径拡大部の内径が吐出孔の短径の7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上とすることにより、デスクーリングノズルのデスクーリング能力を向上し、また必要なデスクーリング能力を有する噴射距離範囲を拡大することができた。これにより、高Si鋼の熱間圧延におけるスケール疵の改善を図るとともに、ノズルと鋼板表面との距離を従来よりも大きくすることにより、デスクーリングノズルの寿命を延長することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】デスクーリングノズルの壊食厚み角度と壊食量の関係を示す図である。

【図2】デスクーリングノズルの噴射距離、径拡大部寸法D/dsと壊食量の関係を示す図である。

【図3】デスクーリングノズルの径拡大部寸法D/dsと壊食量の関係を示す図である。

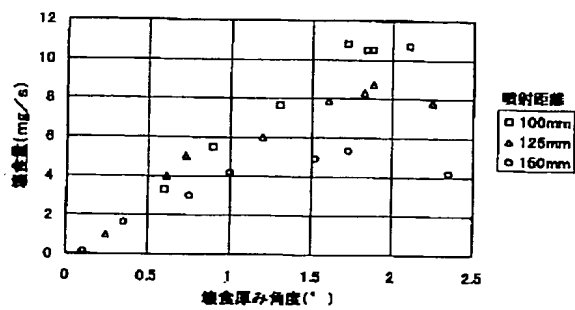
【図4】本発明のデスクーリングノズルを示す図であり、(a)は正面図、(b)は断面図である。

30 【図5】デスクーリングノズルから鋼板に水を噴射している状況を示す斜視図である。

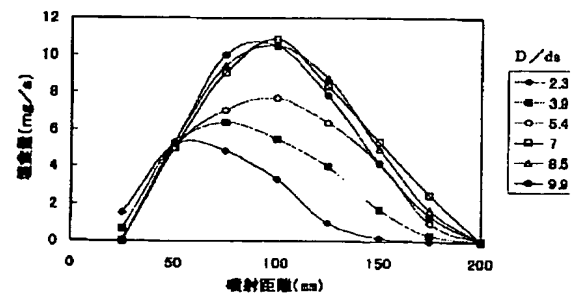
【符号の説明】

- 1 ノズル
- 2 吐出孔
- 3 径拡大部
- 4 吐出流
- 5 鋼板
- 6 吐出流衝突部
- 7 幅方向
- 40 8 厚み方向
- H 噴射距離
- L 径拡大部長さ
- D 径拡大部内径
- ds 吐出孔短径
- a 噴流幅
- b 壊食厚み
- $\theta$  広がり角度
- $\phi$  壊食厚み角度

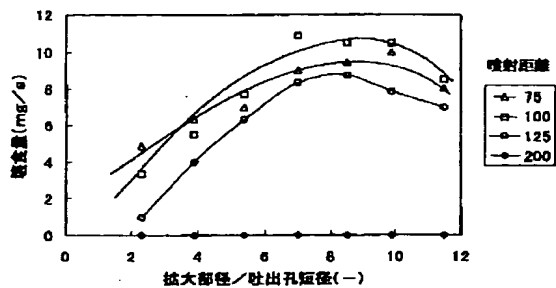
【図1】



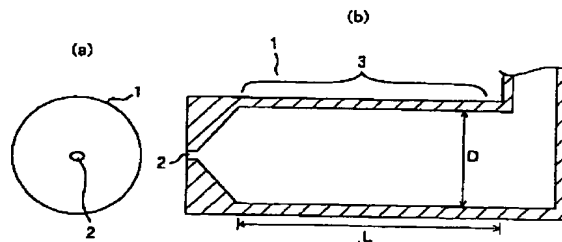
【図2】



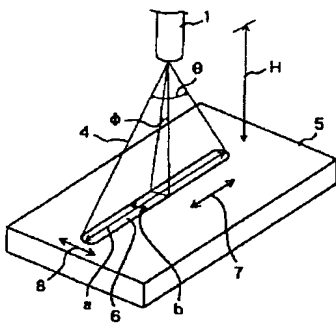
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 大竹 勇一  
千葉県八日市場市みどり平2-4 スプレ  
ーイングシステムスジャパン株式会社八日  
市場工場内

BEST AVAILABLE COPY